

Tartalomjegyzék

Előszó	1
I. A kiterjesztett evolúciós szintézis	3
1. Az evolúciós gondolat darwini gondolat	4
Az evolúció helye a modern biológiában	4
Az evolúciós gondolkodás alapjai	6
Szaporodás, öröklődés, változatosság	6
Az exponenciális növekedés	7
A korlátozott növekedés	10
Darwini evolúció	11
Az evolúciós gondolkodás története	12
A fajok eredete	12
Mendel és az öröklődés	13
A modern szintézis	14
A molekuláris forradalom	16
Új módszerek, régi viták	18
Az evolúció nagy átmenetei – a kiterjesztett szintézis	21
Az evolúció tárgyalásának módozatai	22
Az evolúció vizsgálati módszerei	22
2. Darwini medicina	32
Miben halunk meg?	32
Védekezés	34
Fertőző betegségek	35
Patogén–gazda koevolúció	36
Új gazdán való megtelepedés	36
Antibiotikum-rezisztencia	37
Sebesülések	39
Mérgek	40
Gének és betegségek	41
Tervezési kompromisszum	43

Evolúciós történetünk örökségei	45
Csuklás	45
A félrenyelés kockázata	47
Az inverz szem problémája	48
Új környezet	48
Rák	56
Öregedés	57
3. Mi öröklődik? – Evolúció négy dimenzióban	64
Genetikai öröklődés	64
A mendeli öröklődés	64
A csíra–szóma elválás	66
A centrális dogma	68
Epigenetikus öröklődés	69
Strukturális öröklődés	71
Öfenntartó transzkripció visszacsatolás	72
A korai befolyások hatása a későbbi generációkra	73
Növényi szörnyek – kromatinjel alapú epigenetikai öröklődés	74
A félelem öröklődése	75
Jaynus	75
Viselkedési öröklődés	76
Ételpreferencia örökítése	77
Patkányok a fenyőerdőben	79
Konformizmus szécinegék körében	80
Békés tradíció páviánoknál	80
Hangutánzás énekesmadarakban	81
Szimbolikus öröklődés	82
Kultúra és intelligencia	83
4. Mutáció és változatosság	95
A mutációk hatása	96
A változatosság megjelenésének rátája	97
Mutációs ráta	100
A nem hatása a mutációs rátára	102
Epimutációs ráta	103
A nem véletlen mutációs változás molekuláris alapjai	104
Pontmutáció	104
Beékelődések és kivágódások (indelek)	106
A nem véletlen helyen keletkező mutációk	107
Transzpozonok	108
Rekombinációs „hotspot”-ok	109
A nem véletlen időben keletkező mutációk	109
A természetes génmérnökség	110
Moduláris fehérjeevolúció	114

Alternatív kivágódás	115
Horizontális géntranszfer	116
Endogén vírusok	117
Magasabb rendű élőlények közötti horizontális géntranszfer	117
Változatosság generálása a kiterjesztett evolúciós szintézisben . .	119
5. Az ideális populáció és evolúciós következményei	127
Haploid aszexuális populáció	128
Migráció	130
Génáramlás kontinensről sziget felé	131
Hardy–Weinberg tehetetlenségi törvény	132
Egy lokusz, 2 allél, autoszóma	132
Nem Hardy–Weinberg-egyensúlyban levő kiindulási populáció . .	134
Ivari kromoszómán öröklődő gén, 2 allél	135
Több lokusz, lokuszonként két allél	137
Eltérés a Hardy–Weinberg-egyensúlytól	140
Strukturált populációk – a Wahlund-effektus	142
6. Sodródás. Az evolúció neutrális elmélete	145
Egy főből álló populáció	145
A sodródás Fisher–Wright-modellje	146
Peter Buri <i>Drosophila</i> -kísérlete	148
Szimulált populációk	149
Effektív populációméret	151
Alapító és palacknyak-hatás	152
Az evolúció neutrális elmélete és a molekuláris óra	152
Különböző génszakaszok evolúciója	154
Majdnem semleges elmélet: kissé rossz mutációk elterjedése	156
Ádám és Éva	157
A leszármazási vonalak egyesülése és a történelemkutatás .	159
A magyarság őstörténete a genetika fényében	161
7. Szelekció	165
Szelekció haploid populációban	166
Egy lokusz, két allél	166
Egy biológiai példa	167
Szelekció diploid, szexuális populációban	167
Irányító/direkcionális szelekció	172
Heterozigóta-hátrány	174
Heterozigóta-előny	175
Rátermettségfogalmak	177
Átlagos, felnőttkort megélt utódszám	178
Probléma: kis populációk	179
Probléma: unokátlan fenotípus	179

Probléma: klonális élőlények	180
Probléma: átfedő generációk	180
Növekedési ráta átfedő generációkban	181
Rossz rátermettségfogalmak: egyedszám, gyakoriság és várható gyakoriság	183
Konklúzió helyett	184
Szelekciós–mutációs egyensúly	185
Szelekciós–mutációs egyensúly haploid populációban	185
Szelekciós–mutációs egyensúly diploid populációban	187
Szelekció, sodródás és mutáció	188
Szelekció halálos behatással szemben	190
8. Fenotípusos evolúció	192
Mennyiségi jellegek evolúciója – az additív modell	193
Szelekció környezeti hatás nélkül	194
Szelekció környezeti zajjal	196
Mennyiségi genetika a genomika korában	197
Episztázis és dominancia	198
Fenotípusos variancia	199
Heritabilitásértékek emberi tulajdonságokra	202
A heritabilitásértékek értelmezése	203
Fenotipikus evolúció	204
Hosszú távú szelekció mennyiségi jellegeken	205
Gyakoriságfüggő szelekció	206
Ritka előny	206
Ritka hátrány – a Müller-féle mimikri	206
A Bates-féle mimikri	208
Fenotípusos plaszticitás	209
9. Adaptáció	214
Az adaptáció fogalma	214
Az adaptációs magyarázatok szerkezete	217
Adaptációs történetek	217
Tüskés pikó páncélpikkelyei	218
Rejtőszín	218
A fakopáncs kopácsolása	221
Nagyobb csoportban élő fajok hímjeinek nagyobb a heréje	222
Az evolúciós filozófolgatás hátulütői	223
A szarvasmarha és a nyúvágó	223
A zsiráf hosszú nyaka	224
Amikor az adaptációs történetek nem működnek	226
Szerkezeti kényszerek	227
Evolúciós örökség	227
Pleiotrópia	227

Közvetetten szelektált melléktermékek	228
Niche-konstrukció	229
A niche-konstrukció definíciója	230
Példák a niche-konstrukcióra	230
Zombiapokalipszis	232
A gazda kívánatossá tétele	234
A gazda más környezetbe kényszerítése	235
Vektormanipuláció	237
Testőr-manipuláció	238
Hivatkozott irodalom	239
10. Fajképződés	244
Fajfogalom	245
Biológiai fajfogalom	245
Faji elkülönülés térben és időben	246
Filogenetikai fajfogalom	247
Reproduktív izoláció	249
Prezigotikus reproduktív izoláció	249
Az ellenkező nemű egyedek nem találkoznak	249
Az ellenkező neműek nem ismerik fel egymást szexuális part- nerként	250
Nemi szervek inkompatibilitása	252
Megtermékenyítés nem történik	253
Posztzigotikus reproduktív izoláció	253
A fajképződés földrajzi módozatai	255
Allopatrikus fajtaképződés	255
Peripatrikus fajképződés	258
Szimpatrikus fajképződés	259
Parapatrikus fajképződés	262
A reproduktív izoláció okai	263
Ökológiai fajképződés	264
Fajképződés egy lépésben	264
Mutáció sorrend fajképződés	266
Adaptív radiáció	266
Despeciáció / Reverz speciáció	268
11. Az evolúció bizonyítékai és az evolúcióval kapcsolatos tév- hitek	275
Az evolúció bizonyítékai	275
Ősmaradványok	276
Közös ős	277
Csoportos földrajzi elterjedés	278
Csökevényes szervek	280
Evolúciós kísérletek	280

SELEX-kísérlet	281
Lenski baktériumai	284
Evolúciós tévhitek	286
Az élet létrája	286
Csak azok az élőlények léteznek, amelyek most élnek	287
A csimpánzoktól származunk	288
Az utolsó közös ős nagyon egyszerű élőlény volt	288
Az utolsó közös ős egymaga éldegélt	289
„Vértől vöröslő karmok és fogak”	290
Az evolúció előrelátó	292
Az evolúció lassú	292
Az evolúció véletlen	292
Gyors evolúciós változások	295
Guppi-evolúció más predációs nyomásra	295
Tüskés pikó	296
Túlhalászás – darwini adósság	296
Amerikai ginzeng (<i>Panax quinquefolius</i>)	300
12. Makroevolúció – az evolúció nagy átmenetei	303
A nagy evolúciós átmenetek jellemzése	304
Az evolúciós nagy átmenetek lefolyása és stádiumai	306
Nagy evolúciós átmenetek osztályozása	308
A nagy evolúciós átmenetek felsorolása	310
A sejt kialakulása	310
A transzkripció evolúciója	312
Kromoszómába kapcsolt gének	312
A genetikai kód és a fehérjetranszláció eredete	313
Mitochondrium mint sejt szervecske	314
Aszexuális klónokból szexuális populáció	315
Plasztisz kialakulása	317
Egysejtűekből többsejtű szervezetek, differenciálódott sejtekkel	317
Kémiaiilag integráltból neuronálisan integrált élőlény	318
Adaptív immunrendszer megjelenése	319
Euszociális társadalmak eredete	320
Az állati kultúra megjelenése	321
Az emberi nyelv evolúciója	322
Evolúciós visszafordulás?	322
Egyszerű és nehéz átmenetek	324
Hivatkozott irodalom	326
13. Koevolúció	329
Fegyverkezési versenyek	331
Vörös királynő-hipotézis	332
Álomkór és az ellene való védekezés	332

Fegyverkezési verseny több faj között	335
Mutualizmus	336
Beporzási mutualizmus	338
A jukka és a jukkamoly	339
A füge és a fügeradarázs	340
Mutualizmus hangyákkal	341
Növények és hangyák	342
Állattartás: a mézharmattermelő rovarok és a hangyák	343
Mezőgazdaság: a levélvágó hangya és gombája	344
Tápanyag-szimbiózisok	345
Rovarak és endoszimbiótáik	346
A fotoszintetizáló csiga	347
Nitrogénfixáló szimbionták	348
14. Ember és evolúció	354
Kihalások: az ember mint szuperragadozó	354
Despeciáció: Észak-Amerika farkasai	357
Niche-konstrukció: mezőgazdaság és állattenyésztés	359
Növénytermesztés	362
Háziasítás	363
A kutya házasítása	366
Van-e evolúció az emberi populációban?	368
Sodródás: véges populációméret	369
Génáramlás: jelentős migráció	370
Mutációk	370
Szexuális szelekció: preferenciális párválasztás	371
Szelekció: differenciál túlélés és fekunditás	372
Az ember recens evolúciós változásai	372
Bőrszínváltozás	373
Tejfogyasztás	374
Élet magas területeken	374
II. Az evolúció nagy átmenetei	379
1. Replikátorok	380
Replikátorok	380
Autokatalízis és az exponenciális növekedés	381
Nukleotid alapú biológiai replikátorok	383
Gének	383
Ribozimok	384
Xenozimok	385
Biológiai replikátorok	388
A kemoton	388

A fehérje enzimek	389
A genetikus membránok	390
Az anyagcsere autokatalitikus magja	391
A prionok	394
Kémiai replikátorok	395
A formóz reakció	396
Molekuláris replikátorok	397
Evolúció és a nem biológiai replikátorok	399
2. Rátermettségtájképek	405
A genotípustér	408
A szerkezet mint fenotípus	410
RNS-tájképek	411
Az RNS másodlagos szerkezetének megállapítása	411
RNS-tájképek általános tulajdonságai	412
Teljes genotípus – fenotípus tájkép	413
Minimális aptamerek	414
Ribozim rátermettségtájképek	415
<i>Neurospora</i> Varkud-szatelit ribozim	416
A VS ribozim szerkezete	416
A kettős mutánsok és az episztázis kérdése	419
A VS ribozim rátermettségtájképe	419
Evolúció rátermettségtájképeken	420
3. Az élet keletkezése I.	425
A prebiotikus szintézisek	427
A Miller–Urey-kísélet	428
A lipidek szintézise	429
A nukleotidok szintézise	430
A legújabb szintetikus utak	431
Az infrabiológiai rendszerek	432
Az RNS-világ	433
A természetes ribozimok	434
A transláció és a funkcionális RNS-ek	434
Koenzimek	435
Az RNS-enzimek katalitikus repertoárja	436
A nem enzimátikus replikáció	439
Az RNS mint enzim	439
Az RNS mint információhordozó	440
Önmásoló molekulák	440
Az RNS-függő RNS-polimeráz	441
A hibridizált állapot problémája	441
A hibaküszöb – a genetikai információ fenntartásának korlátai	442

4. Az élet keletkezése II.	454
A felületi anyagcsere	454
Független replikátorok felületeken	455
A membránba zárt információ	456
A kromoszóma létrejötte	458
Az összetett anyagcsere megjelenése	460
A genetikai kód evolúciója	463
A korai aminosavak és a katalízis	465
Az aminosav repertoár	466
A genetikai kód „benépesülése”	467
A genetikai kód szerkezete	470
A fehérjeszintézis evolúciója	471
A DNS-genomra való áttérés	472
5. Makrotaxonómia	479
Baktériumok	481
Deferribacteres–Chrysiogenetes–Thermodesulfobacteria	483
Thermotogae–Dictyoglomi–Synergistetes	483
Terrabacteria	483
Proteobacteria és rokonsági köre	485
FCB szupertörzs	485
PVC szupertörzs	486
Egyéb, az 1-es kládba tartozó baktériumtörzsek	486
Archaeák	486
Euryarchaeota leszármazási vonal	487
TACK szupertörzs	487
DPANN szupertörzs	488
Eukarióták	488
Eozoa	489
Corticates/Diaphoretickes/Diphoda	490
Podiates/Amorphea	503
Vírusok	509
I. Kettős szálú DNS-vírusok	513
II. Egyszálú DNS-vírusok	517
III. Kettős szálú RNS-vírusok	518
IV. Egyszálú (+) RNS-vírusok	519
V. Egyszálú (–) RNS-vírusok	522
VI. Egyszálú reverz transzkripciós RNS-vírusok	523
VII. Kettős szálú reverz transzkripciós DNS-vírusok	523
Viroidok	524
Virofágok	524

6. A nagy birodalmak evolúciója, az eukarióták kialakulása	534
Archezoa-hipotézis	538
Közösségi anyagcseréből fúzióval új sejt	540
Ragadozó baktériumok és fagocitáló eukarióták	541
A vírus eukariogenezis hipotézis	543
A belső membránrendszer eredete	544
A legjobb fúziós elmélet, ami attól még valószínűleg nem igaz	546
A nagy birodalmak független keletkezése	549
Eukariótaszerű LUCA	550
Az organellummá válás evolúciója	552
Mitokondrium	553
Plasztiszok	555
7. A többsejtűség eredete és a morfológiai evolúció	565
A többsejtűség előfeltételei	566
Sejtdhézió	566
Sejtközötti állomány	566
Kommunikáció	567
Programozott sejthalál	567
Sejtdifferenciáció	568
Az oxigén hiánya	569
A többsejtűség eredete – a nagyobb méret előnye	570
A ragadozás elkerülése	570
A megfelelő sűrűség elérése	571
A termőtest kialakulása: messzebb kerülő propagulumok	573
A többsejtűség megjelenése a törzsfán	573
Többsejtű baktériumok	574
Többsejtű archaeák	576
Többsejtű eukarióták	576
Excavata	576
Rhizaria	577
Alveolata	577
Stramenopiles	578
Archaeplastida	579
Hacrobia	580
Opisthokonta	580
Amoebozoa	581
Evolúciós egyedfejlődési biológia (Evo-Devo)	582
Az egyedfejlődés alapjai – mintázatképződés	582
Mindenféle szörnyek	584
Morfológiai változások és mechanizmusok	585
A tetrapoda végtag evolúciója	588

A pegazus	591
8. A szex evolúciója	600
Szexuális és aszexuális szaporodás eukariótákban	600
A szex evolúciója és fennmaradása	602
A genomhígulás problémája	602
A szex kétszeres ára	603
A szex gyorsabb adaptációt tesz lehetővé	604
Muller kilincskereke	607
Klonális interferencia	609
A nemmeghatározás evolúciója	610
Nemmeghatározás zöldalgákban – Izogámia-anizogámia átmenet	610
Nemmeghatározás növényekben – a kétlakiség evolúciója	613
Nemmeghatározás gerinctelenekben	616
A környezeti nemmeghatározás evolúciója	622
A nemmeghatározási rendszerek egymásba alakulása	624
9. Játékelmélet és gyakoriságfüggő szelekció	632
Egy kis játékelmélet: a kalózzjáték	633
Kompetíciós játék	634
Kő–papír–olló játék	636
Héja–galamb játék	641
Aszimmetrikus játék. Burzsoástratégia	644
Halálos agresszió	646
Termelők és potyázók – táplálékkeresés	647
10. Szexuális szelekció	654
A nemarány evolúciója	656
Azonos neműek versengése.	659
. . . közvetlen harccal	659
. . . a partner kevésbé izgalmassá tételével	660
. . . az ivarnyílás eltömésével	661
. . . spermakompetícióval	661
Szexuális szelekció növényekben	662
Szexuális szelekció gombákban	662
Párválasztás	663
Közvetlen előny	664
Megfelelő territórium	664
Nászajándék	665
Túlszaladó evolúció / Szexi fiú	668
„Jó gének”-modell	668
Szexuális konfliktusok	669
Gyerekgyilkosság	672

11. Az együttműködés evolúciója I. –

Rokonszelekció és euszocialitás	677
Az együttműködés dilemmája	678
A rabok dilemmája	678
Feloldási lehetőségek	679
Rokonszelekció és a Hamilton-szabály	681
Segítők a fészeknél	682
Euszocialitás	684
Az euszocialitás kialakulása	685
Az euszocialitás evolúciója	687
Az euszocialitás elterjedése a törzsfán	688
Mézelő méhek	690
Az <i>Allodapini</i> nemzetségbe tartozó fadongók	690
Szitásdarazsak (<i>Crabronidae</i>)	690
Karcsuméhek <i>Halictini</i> nemzetsége	691
Karcsuméhek <i>Augochlorini</i> nemzetsége	691
Valódi darazsak	692
Szivárványfűrkészek (<i>Encyrtidae</i>)	692
Termeszek	693
Levéltetvek	694
Gubót indukáló ausztrál tripszek (<i>Kladothrips</i>)	694
<i>Austroplatypus incompertus</i> ambróziabogár	695
Euszociális rákok	695
Szociális pókok	696
Csupasz turkálók	696

12. Az együttműködés evolúciója II. –

Társas viselkedés, állati társadalmak	701
Az együttműködés kialakulásának öt módja	701
Direkt reciprocitás	702
Hálózatreciprocitás	703
Csoportszelekció	706
Indirekt reciprocitás	707
Társadalmi dilemmák	709
A szarvasvadász játék	711
A hótorlasz játék	712
Együttműködés a természetben	714
Közös vadászat	714
Közös területvédelem és predátorfigyelés	715
Emberi együttműködés	716
A közjó játék	716
Az ultimátum játék	720

13. Az ember evolúciója	726
Ősmajmok és ősemberek	726
Korai emberősök	727
A <i>Homo</i> nem	729
Az anatómiailag modern ember	732
Az állati és emberi kultúra evolúciója	735
A nyelvkézség evolúciója	737
Az ember evolúciós jövője	742
A nagy génkeveredés	743
Génterápia	743
Kiborgok	744
Euszocialitás	746
Újabb bolygók meghódítása	747